Minera Panamá

FIRST QUANTUM MINERALS LTD.

Instalación de Gestión de Relaves

Tuberías de Agua y de Relaves sobre Tierra

21/Abr/2022



Foto en la Poza de Sedimentación 4 – Mirando al Norte/Este hacia la carretera de Decantación.

CLIENTE: Minera Panamá S.A (MPSA)

PROYECTO: Mina de Cobre Panamá (MdCP)

	FIRMA	FECHA
	SIGNATURE	DATE
PREPARED BY: Zayra Caballero (ZC)		*27/Apr/2022*
APPROVED BY: Nicholas Mather (NM)		27-04-22

INDICE DE EMISIÓN / REVISION

Codigo de Emisión	Revision				Detalles de Revision
	No	Prep. por	Apr. por	Fecha	
RI	A	ZC	NM	21-Abr-22	Sustituye la Publicación de Información Reporte: Relaves de Tierra y Tuberías de Agua del 8/Jul/2021

NOTAS:

1. Códigos de emisión: RC=Liberación para la construcción, RD=Liberación para el diseño, RF=Liberación para la fabricación, RI=Liberación para la información, RP=Liberación para la compra, RQ=Liberación para la cotización, RR=Liberación para revisión y comentario
2. Los cambios de la versión anterior de este documento serán marcados en cada sección en azul.
3. La información pendiente de suministrar se anotará en cada sección en verde.

Tabla de Contenido

1. **INTRODUCCION** 4
2. **ANTECEDENTES** 4
   - **2.1. Caracterización Geologica** 4
   - **2.2. Información Geotecnica y Resultados de las Pruebas** 5
   - **2.3. Parametros de Construcción de Carreteras** 8
   - **2.4. Tuberias de Agua y relaves sobre tierra** 8
3. **INSPECCION AL SITIO Y RESULTADOS** 9
   - **3.1. Tubería por Tierra en la Carretera de Decantación** 9
   - **3.2. Tubería por Tierra en la Carretera Costera** 10
4. **CONCLUSION** 16

Lista de Ilustraciones

Figura 2.1 – 1: Perfil tipico del suelo en el Sitio de Cobre Panama (figura 12-AMEC file VM00543.500) ...5

Figura 2.3 – 1: Sección de Corte de Carretera Tipica (figura 18 - AMEC file VM0049.209C.4) 8

Figura 2.3 – 2: Seccion Tipica de Relleno de Carretera (figura 18 - AMEC file VM0049.209C.4).................8

Figura 2.4 – 1: Seccion Tipica de Tuberias (Seccion A - 1824-301-PI-DRG-0109_rev2) 9

Figura 3.1 – 1: Inspeccion de las Zapatas en las Tuberias del Camino de Decantación 11

Figura 3.1 – 2: Inspeccion de Taludes y Bancos en las tuberias del Camino de Decantación 12

Figura 3.1 – 3: Inspección de las Zapatas en las Tuberias del camino de Decantación 13

Figura 3.1 – 4: Tuberias en la Carretera de Decantación Inspeccion de las Zapatas 14

Lista de Tablas

Table 2.2 – 1: Propiedades residuales del suelo segun resultados de laboratorio (Tabla 5-2 – VM00543.500 – AMEC) 6

Table 2.2 – 2: SPropiedades de la saprolita segun resultados de laboratorio (Tabla 5-4 – VM00543.500 – AMEC) 6

Table 2.2 – 3: Propiedades de Saprock segun resultados de laboratorio (Tabla 5-14 – VM00543.500– AMEC) 7

Table 2.2 – 4: Propiedades de la Roca Madre segun resultados de laboratorio (Tabla 5-15 – VM00543.500 – AMEC) 7

Lista de Apéndices

Apendice I Informe de Interpretacion de Datos – AMEC

Apendice II Resumen y recomendaciones del reconocimiento geotécnico de la carretera de acceso a la Costa.

Apendice III Emisión de planos de tuberías terrestres para la construcción (IFC)

Apendice IV Inspección de las tuberías de agua y relaves por tierra

1. INTRODUCCION

La Instalación de Gestión de Relaves (TMF) es la sección del Proyecto Cobre Panamá seleccionada para contener los restos del plan de proceso y para reservar/recuperar agua hacia la planta de proceso.

La TMF se conecta directamente desde/hacia la planta de proceso de Cobre Panamá a través de un conjunto de tuberías cuyo propósito es alimentar los relaves de la planta de proceso a la TMF y suministrar agua desde la TMF a la planta de Proceso.

Las tuberías están operativas actualmente y en su mayor parte se superpone a la carretera costera y a la de Decantación.

La construcción de la Carretera Costera y de Decantación fue ejecutada antes de la instalación de las tuberías con la intención de que sirvieran como base / fundación a las tuberías futuras entre otras razones.

Se realizarán inspecciones periódicas para verificar el estado de los taludes cercanos a las tuberías que podrían convertirse en un peligro para el funcionamiento de las mismas.

En este informe se describirá el estado actual del entorno de las tuberías y los posibles riesgos.

2. ANTECEDENTES

2.1. Caracterización Geológica

La región de Cobre Panamá está generalmente subyacente por granodiorita alterada, pórfido de granodiorita y andesita. Asimismo, los materiales superficiales están dominados por roca madre meteorizada y en las zonas cercanas a los cursos de agua es probable que contengan sedimentos fluviales o aluviales.

El suelo en el lugar está compuesto típicamente por suelos residuales, saprolita, saproca, lecho de roca meteorizada y lecho de roca fresca, como se ilustra en la Figura 2.1 – 1.

Otros datos geológicos se describen en el "Informe de interpretación de datos" emitido por AMEC que se ha adjuntado a este informe en el Apéndice I

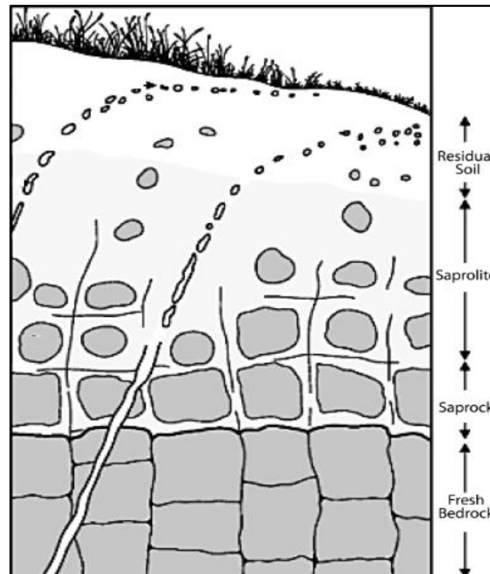


***Figura 2.1 – 1**: Perfil típico del suelo en el Sitio de Cobre Panamá (figura 12 - AMEC archivo VM00543.500)*

2.2. Información geotécnica y Resultados de las Pruebas.

La caracterización del suelo del emplazamiento de la mina se realizó a partir de los datos geológicos disponibles, los sondeos y diversas pruebas de laboratorio.

La estratigrafía del sitio se definió como se detalla a continuación, generalmente con capas superficiales más gruesas en las cimas de las crestas y delgadas o ausentes en los valles donde los cursos de agua tienden a erosionar el suelo residual y el saprolita.

- **Capa de Suelo residual:** hasta 6 metros de espesor
- **Capa de Saprolita:** desde 2 hasta 28 metros de espesor
- **Capa de Saproca:** desde 0 hasta 27 metros de espesor.

Las propiedades del suelo de las capas se han resumido y presentado en la Tabla 2.2 – 1 to 2.2 – 4.

	Average	Max	Min	# of tests
Sample Depth (m)	1.2	3.4	0	236
Gradation				
Gravel (% by weight)	8.5	74.9	0	167
Sand (% by weight)	33.1	88.7	4.7	167
Fines, silt & clay (% by weight)	58.4	95.2	3.8	167
Clay (% by weight)	24.9	57.6	0.9	85
Natural Moisture Content	45.1	86.7	17.2	200
Atterberg Limits				
Liquid Limit (%)	53.6	84	30.3	155
Plastic Limit (%)	33.4	50.5	19.8	155
Plasticity Index (%)	20.2	46.4	5.6	155
Field Density (Sand Cone)				
Wet Density (kg/m³)	1673.8	1855	1385	25
Moisture Content (%)	44.2	65.6	29.1	25
Dry Density (kg/m³)	1171.4	1419	949	25
Standard Proctor				
Max Dry Density (kg/m³)	1447.2	1778	1165	41
Optimum Moisture Content (%)	27.7	42.6	16.6	41

***Tabla 2.2 – 1**: Propiedades residuales del suelo según los resultados de Laboratorio (Tabla 5-2 – VM00543.500 – AMEC)*

	Average	Max	Min	# of tests
Sample Depth (m)	5.7	33.5	0	302
Gradation				
Gravel (% by weight)	7.0	74.5	0	252
Sand (% by weight)	38.9	96.6	3.2	252
Fines, silt & clay (% by weight)	54.2	96.2	2.8	252
Clay (% by weight)	21.8	41.5	6.4	98
Natural Moisture Content	39.7	89.0	8.2	258
Atterberg Limits				
Liquid Limit (%)	45.7	77.8	24.8	183
Plastic Limit (%)	30.2	53.8	17.4	183
Plasticity Index (%)	15.5	51.4	3.1	183
Field Density (Sand Cone)				
Wet Density (kg/m³)	1678.5	1925	1283	41
Moisture Content (%)	39.6	67.2	16.7	41
Dry Density (kg/m³)	1213.7	1572	854	41
Standard Proctor				
Max Dry Density (kg/m³)	1426.2	1699	1166	67
Optimum Moisture Content (%)	27.8	43.0	16.5	67

***Tabla 2.2 – 2**: Propiedades de Saprolita según los resultados de Laboratorio (Tabla 5-4 – VM00543.500 – AMEC)*

	Average	Max	Min	# of tests
Sample Depth (m)	5.1	28.75	0	60
Gradation				
Gravel (% by weight)	21.3	52.4	0	36
Sand (% by weight)	35.5	67.3	16.7	36
Fines, silt & clay (% by weight)	43.2	78.8	8	36
Clay (% by weight)	18.7	29.7	6.46	5
Natural Moisture Content	38.0	78.9	8.2	40
Atterberg Limits				
Liquid Limit (%)	45.5	75	9	33
Plastic Limit (%)	31.3	43.8	18.9	33
Plasticity Index (%)	14.2	31.2	3.3	33
Field Density (Sand Cone)				
Wet Density (kg/m³)	1750	1866	1609	4
Moisture Content (%)	41.2	51.7	31.1	4
Dry Density (kg/m³)	1248	1394	1060	4
Standard Proctor				
Max Dry Density (kg/m³)	1463.3	1652	1203	9
Optimum Moisture Content (%)	27.1	43.0	15.2	9

Tabla 2.2 – 3: *Propiedades de Saproca según los Resultados de Laboratorio (Tabla 5-14 – VM00543.500– AMEC)*

Table 5-15: Summary of Laboratory Measured Bedrock Properties – 2010 Data

	Average	Max	Min	# of tests
Sample Depth (m)	30.6	73.9	0.9	631
Density (kg/m³)				
Granodiorite	2713	2820	2470	34
Andesite	2800	3070	2390	44
Breccia	2590	2590	2590	1
UCS (MPa)				
Granodiorite	77.1	172.7	21.8	32
Andesite	64.3	208.0	20.8	39
Breccia	46.4	46.4	46.4	1
Broken Along Vein	22.6	56.7	4.7	7
Splitting Tensile Strength (MPa)				
Granodiorite	11.7	15.4	3.7	5
Andesite	11.7	17.0	8.0	3
Point Load, Is50 (MPa)				
By Lithology:				
Granodiorite	7.8	15.1	0.1	249
Andesite	6.1	19.0	0.0	284
Breccia	2.1	2.7	1.3	3
By Structure:				
Intact rock break	7.9	19.0	0.1	400
Vein break	3.9	13.8	0.0	136
Direct Shear Tests[1]				
Friction Angle (°)	40.6	55	33	5
Cohesion (kPa)	-104.2	-25.8	-228.1	5

1. Refer to section 5.4.6.5. Reported direct shear results provided to AMEC were judged to be unreliable.

Tabla 2.2 – 4: *Propiedades de Roca Madre según los Resultados de Laboratorio (Tabla 5-15 – VM00543.500 – AMEC)*

Se proporciona informacion geotécnica adicional en el “Reporte de Interpretación de Datos” emitido por AMEC el cual está adjunto en este reporte en el Apéndice II

2.3. Parámetros de Construcción de Carreteras

La carretera costera se construyó para conectar la zona minera con la zona portuaria, lo que supone unos 30 km de carretera, y estaba previsto que se utilizara como base/fundación para las tuberías terrestres de relaves y de Agua.

Las condiciones del terreno de la alineación de la carretera costera presentaban importantes ondulaciones (hasta 120 m de diferencia de altura). El diseño final consideraba la minimización de los trabajos de corte y relleno y, como se indica en la sección 2.2 de este informe, se construyó principalmente en material de saprolita y ocasionalmente en material de roca saproca.

Basado en las investigaciones geotécnicas y su interpretación, el diseño de corte y relleno para la construcción de la carretera es como se muestra en las Figuras 2.3 - 1 y 2. Además, es importante mencionar que se recomienda encarecidamente una supervisión y un mantenimiento suficientes durante la operación para lograr el comportamiento esperado en la estructura.

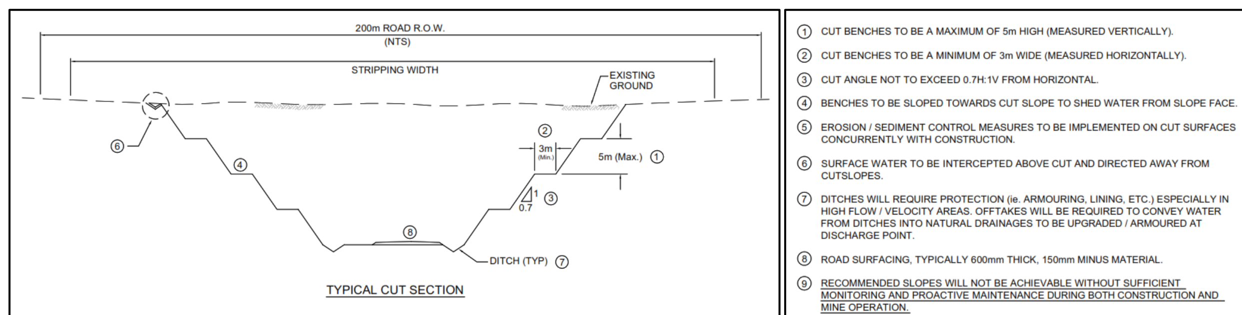


***Figura 2.3 – 1**: Sección de Corte de carretera Típica (figura 18 - AMEC file VM0049.209C.4)*

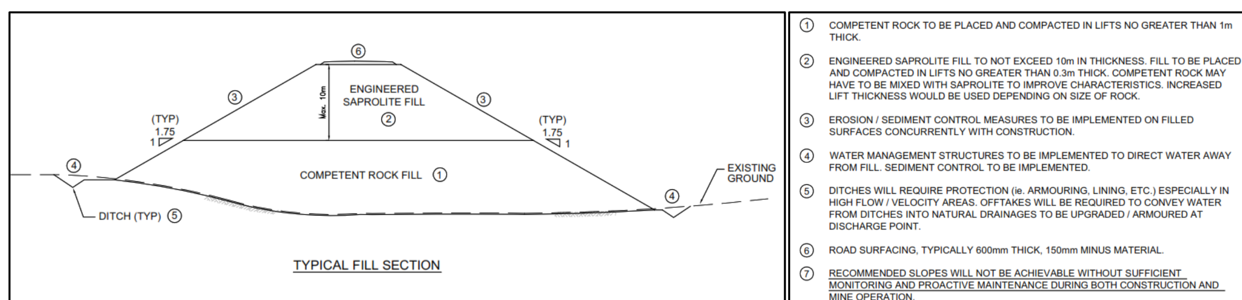


***Figura 2.3 – 2**: Sección de Relleno de Carretera Típico (figura 18 - AMEC file VM0049.209C.4)*

2.4. Tuberías de Agua y Relaves sobre Tierra

El objetivo de las tuberías de agua y relaves sobre tierra es alimentar los relaves de la Planta Procesadora hasta el TMF y proveed agua desde el TMF hasta la Planta Procesadora con una tubería de aproximadamente 11.9 Km.

El diseño y la ejecución de las tuberías estuvo a cargo de First Quantum, quien contrató a Lycopodium para generar los planos de emisión para la construcción (IFC). Estos planos IFC fueron ajustados posteriormente por el equipo de ingeniería en Sitio. Refiérase al Apéndice III para los planos IFC.

En la figura 2.3 se presenta una sección transversal típica de las tuberías y una interacción típica con la carretera y el suelo.

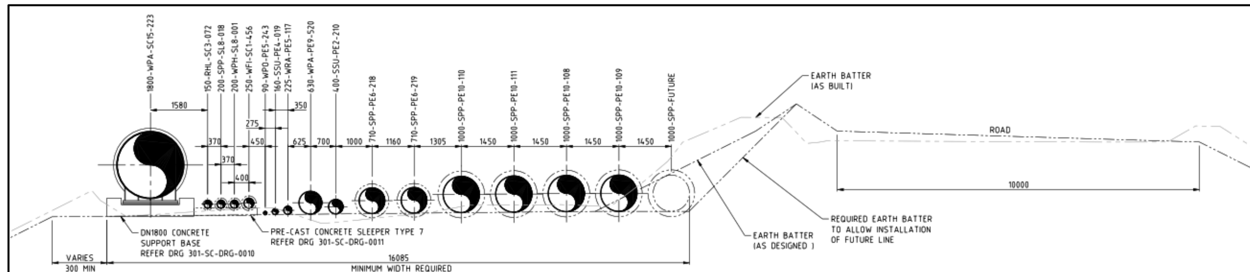


Figura 2.4 – 1: *Sección Típica de las Tuberías (Sección A - 1824-301-PI-DRG-0109_rev2)*

3. INSPECCION AL SITIO Y RESULTADOS

En las inspecciones rutinarias se tienen en cuenta dos aspectos principales, a saber, las condiciones de los cimientos/zapatas y los taludes/bancos a lo largo de las dos carreteras implicadas en el trazado de la tubería.

La construcción de taludes / bancos a lo largo de la Carretera inspeccionada, visualmente parece cumplir con el diseño y el desempeño es aceptable. Sin embargo, se recomienda verificar contra el diseño (Vs como está construido) a lo largo de la alineación de las tuberías.

Refiérase al Apéndice IV para el Reporte de Inspección y los comentarios.

3.1. Tubería sobre tierra en la Carretera de Decantación

Las tuberías terrestres que discurren a lo largo de la carretera de decantación van desde el KM 7+350 hasta el KM 11+900 aproximadamente (la alineación de diseño de la IFC se ajustó durante la construcción).

En general, las condiciones externas de las tuberías, como los cimientos y los taludes, están en buenas condiciones, excepto en algunos tramos, como se detalla en la Figura 3.1 - 1 y en la Figura 3.1 - 2, en los que se observan pequeños deslizamientos y erosión del suelo.

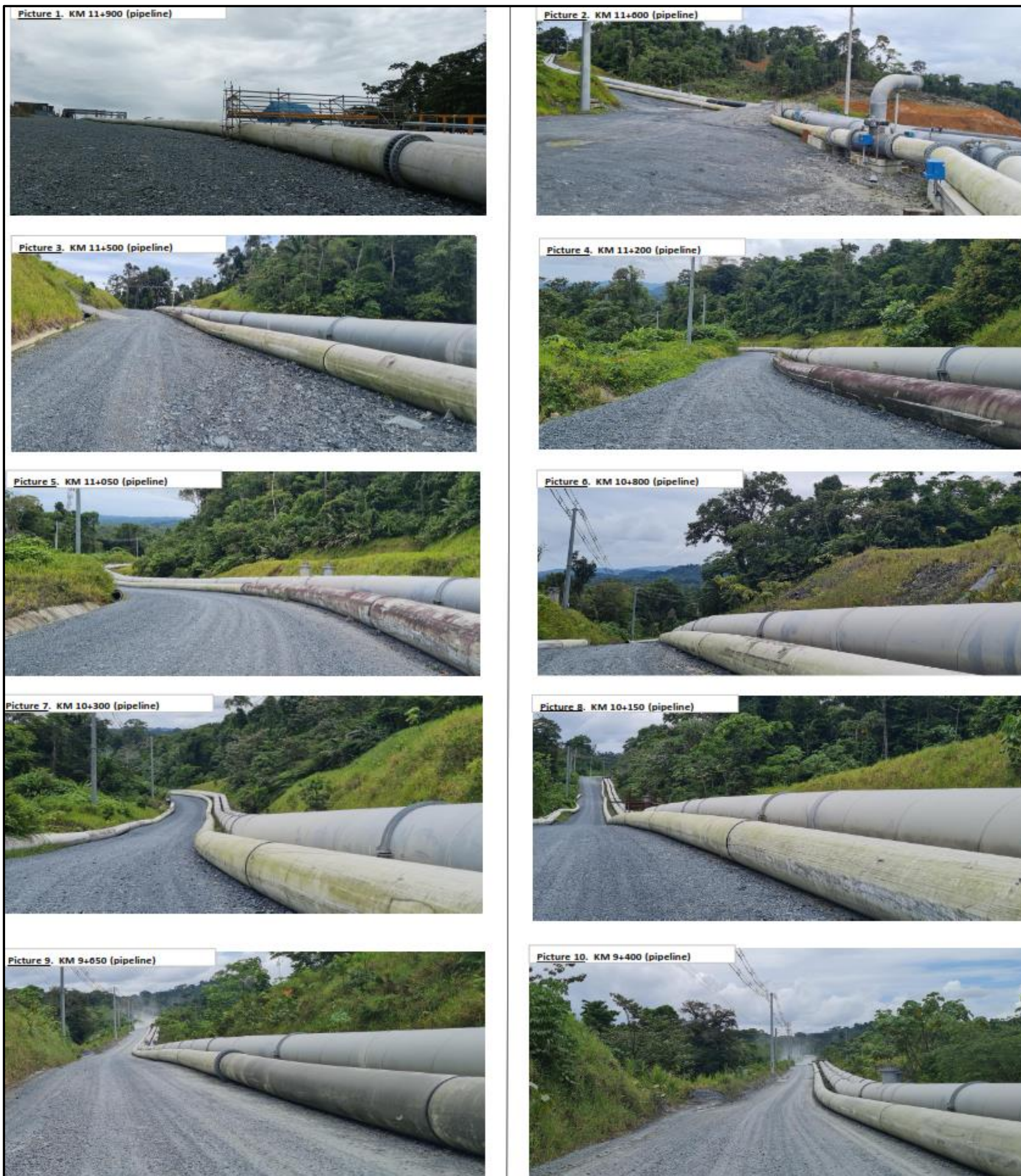
Es recomendable que se continue con inspecciones periódicas para poder monitorear las condiciones de los taludes y del suelo.

3.2. Tuberías sobre Tierra en la Carretera Costera

Las tuberías terrestres que discurren por la carretera de la costa van desde el KM 1+500 hasta el KM 7+350 aproximadamente.

En general, las condiciones externas de las tuberías, como los cimientos y los taludes, están en buenas condiciones, excepto en algunos tramos, como se detalla en la Figura 3.3, en los que se observan pequeños deslizamientos y erosión del suelo.

Es recomendable continuar con inspecciones periódicas para monitorear las condiciones de los taludes y del suelo.



***<u>Figura 3 – 1</u>**: Tubería sobre tierra en la Carretera a Decantación – Inspección de la Fundaciones y de los Taludes/Bancos (1 de 2)*



***<u>Figura 3 – 2</u>**: Tubería sobre tierra en la Carretera a Decantación – Inspección de las Fundaciones y de los Taludes/Bancos (2 de 2)*



Figura 3 – 3*: Tubería sobre Tierra en la Carretera Costera - Inspección de Fundaciones y de Taludes / Bancos (1 de 3)*



Figura 3 – 4*: Tubería sobre Tierra en la Carretera Costera – Inspección de la Fundación y Taludes/Bancos (2 de 3)*



***<u>Figura 3 – 4</u>**: Tubería sobre Tierra en la Carretera Costera - Inspección de la Fundación y del Taludes / Bancos (3 de 3)*

4. CONCLUSION

- El estado general del talud /bancos a lo largo de las tuberías está en buenas condiciones y el Sistema de drenaje del agua parece estar trabajando apropiadamente. Los deslizamientos menores identificados en inspecciones anteriores fueron identificados nuevamente en la inspección actual sin indicación de empeoramientos.

- El estado en general del suelo a lo largo de las tuberías está en buena condición. Durante esta inspección, no se identificó ninguna erosión superficial significative. Sin embargo, se recomienda implementar una cuneta de concreto en el KM 1+800 (Tubería en la Carretera Costera) y a analizar una situación de bloqueo en el cruce de tubos de la Poza de Sedimentación 4 en el KM 9+000 (Tubería en la Carretera de Decantación).

- El monitoreo de la tubería es recomendable para que continue en orden y para identificar cualquier riesgo posible que pudiera comprometer la operación de la tubería.

- Se recomienda encarecidamente la instalación de estaciones a lo largo de la tubería para identificar zonas específicas de interés.